Sindhu Shinde

1/6/65

* गणित व शास्त्र *

या विषयाकरिता तांत्रिक क्षेत्रातील
प्रशिक्षणार्थी व कारागिरांकरिता

# कारागिरांची स्मरणिका

– य. कृ. निंबर्ते B. Sc.

वर्तमान कौशल्य प्रकाशन
SKILL TO-DAY

पाचवी आवृत्ती ★ किंमत तीन रुपये

# - निवेदन -

परीक्षागृहात स्मरणिकेचा उपयोग करू नये इतर पानावर स्वतःची टीपणे लिहावीत.

ही सुधारित पाचवी आवृत्ती सहर्ष सादर करीत आहे. मार्गदर्शकांचा, चाहत्यांचा व प्रशिक्षणार्थी मित्रांचा आभारी आहे.

आपला नम्र,

संजय निंबर्ते

दि. १८ जुलै ८५


**पुस्तके मागविण्याचा / पत्र व्यवहाराचा पत्ता**

प्रकाशक – संजय निंबर्ते

वर्तमान कौशल्य प्रकाशन, ४०१/३ 'वरदा' सांगवी (पूर्व)

सांगवी (हवेली), पुणे २७

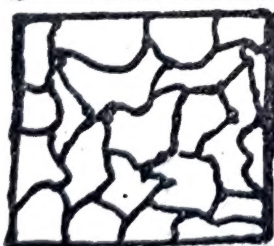
मुद्रक–दा. अ. घळसासी, वृंदा प्रिंटर्स ६३५ सदाशिव, पुणे ३०

| INCH FRACTION | INCH DECIMAL | mm. |
|---|---|---|
| 1/64 | 0·01567 | 0·3969 |
| 1/32 | 0·0312 | 0·793 |
| 3/64 | 0·0468 | 1·190 |
| 1/16 | 0·0625 | 1·587 |
| 5/64 | 0·0781 | 1·984 |
| 3/32 | 0·0937 | 2·381 |
| 7/64 | 0·1093 | 2·778 |
| 1/8 | 0·125 | 3·175 |
| 9/64 | 0·1406 | 3·571 |
| 5/32 | 0·1562 | 3·968 |
| 11/64 | 0·1718 | 4·365 |
| 3/16 | 0·1875 | 4·762 |
| 13/64 | 0·2031 | 5·159 |
| 7/32 | 0·2187 | 5·556 |
| 15/64 | 0·2343 | 5·953 |
| 1/4 | 0·25 | 6·350 |
| 17/64 | 0·2656 | 6·747 |
| 9/32 | 0·2812 | 7·144 |
| 19/64 | 0·2968 | 7·541 |
| 5/16 | 0·3125 | 7·938 |
| 21/64 | 0·3281 | 8·334 |
| 11/32 | 0·3457 | 8·731 |
| 23/64 | 0·3593 | 9·128 |

| INCH FRACTION | INCH DECIMAL | mm |
|---|---|---|
| 3/8 | 0·375 | 9·525 |
| 25/64 | 0·3906 | 9·922 |
| 13/32 | 0·4062 | 10·319 |
| 27/64 | 0·4218 | 10·716 |
| 7/16 | 0·4375 | 11·112 |
| 29/64 | 0·4531 | 11·509 |
| 15/32 | 0·4687 | 11·906 |
| 31/64 | 0·4843 | 12·303 |
| 1/2 | 0·5 | 12·7 |
| 17/64 | 0·5312 | 13·494 |
| 9/16 | 0·5625 | 14·288 |
| 19/32 | 0·5937 | 15·081 |
| 5/8 | 0·625 | 15·875 |
| 21/32 | 0·6562 | 16·669 |
| 11/16 | 0·6875 | 17·462 |
| 23/32 | 0·7187 | 18·256 |
| 3/4 | 0·75 | 19·050 |
| 13/16 | 0·8125 | 20·638 |
| 7/8 | 0·875 | 22·225 |
| 15/16 | 0·9575 | 23·812 |
| 1 | 1·0 | 25·400 |
| | | |

| mm to INCH | | mm to INCH | | INCH to mm. | |
|---|---|---|---|---|---|
| 0·01 | 0·0004 | 11·0 | 0·4336 | 0·001 | 0·025 |
| 0·05 | 0·0020 | 12·0 | 0·4724 | 0·002 | 0·05 |
| 0·1 | 0·0039 | 13·0 | 0·5118 | 0·003 | 0·075 |
| 0·4 | 0·0157 | 14·0 | 0·5511 | 0·004 | 0·101 |
| 0·5 | 0·0197 | 15·0 | 0·5905 | 0·005 | 0·127 |
| 1·0 | 0·0394 | 16·0 | 0·6299 | 0·05 | 1·27 |
| 2·0 | 0·0787 | 17·0 | 0·6692 | 0·1 | 2·54 |
| 3·0 | 0·1181 | 18·0 | 0·7086 | 0·4 | 10·16 |
| 4·0 | 0·1574 | 19·0 | 0·7480 | 0·5 | 12·70 |
| 5·0 | 0·1968 | 20·0 | 0·7874 | 1·0 | 25·4 |
| 6·0 | 0·2362 | 21·0 | 0·8267 | 2·0 | 50·8 |
| 7·0 | 0·2766 | 22·0 | 0·8661 | 3·0 | 76·2 |
| 8·0 | 0·3149 | 23·0 | 0·9055 | 4·0 | 101·6 |
| 9·0 | 0·3543 | 24·0 | 0·9448 | 5·0 | 127·0 |
| 10·0 | 0·3937 | 25·0 | 0·9842 | 10·0 | 254·0 |

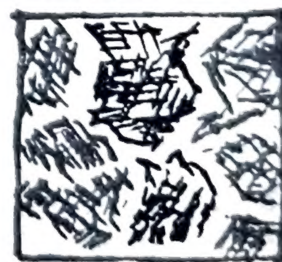
## MICROSTRUCTURE OF METALS



PURE IRON



MILD STEEL



high carbon Steel

## BASIC S.I UNITS

| PHYSICAL QUANTITY | name of Unit | SYMBOL |
|---|---|---|
| LENGTH | metre | m |
| MASS | kilogram | kg |
| TIME | Second | s |
| ELECTRIC CURRENT | ampere | A |
| THERMODYNAMIC TEMPARATURE | degree kelvin | °K |
| LUMINOUS INTENSITY | candela | cd |

## SOME DERIVED SI UNITS

| | | |
|---|---|---|
| Force - - - - - - - | newton | $N = kg\,m/s^2$ |
| Work, energy, quantity of heat - - - | joule | $J = Nm$ |
| Power - - - - - - - | watt | $W = J/s$ |
| Electric charge - - - | coulomb | $C = As$ |
| Electric capacitance - | Farad | $F = As/V$ |
| Electric resistance - - - | ohm | $\Omega = V/A$ |
| Magnetic flux - - - | weber | $Wb = Vs$ |
| Magnetic flux density | tesla | $T = Wb/m^2$ |
| Inductance - - - - - - | henry | $H = Vs/A$ |
| Luminous flux - - - - | lumen | $lm = cd\,sr$ |
| Illumination - - - - - | Lux | $lx = lm/m^2$ |
| Electric potential | Volt | $V = W/A$ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1000 000 000 000 | $= 10^{12}$ | tera | T |
| 1 000 000 000 | $= 10^{9}$ | giga | G |
| 1 000 000 | $= 10^{6}$ | mega | M |
| 1 000 | $= 10^{3}$ | kilo | k |
| 100 | $= 10^{2}$ | hecto | h |
| 10 | $= 10^{1}$ | deca | da |
| 0•1 | $= 10^{-1}$ | deci | d |
| 0•01 | $= 10^{-2}$ | centi | c |
| 0•001 | $= 10^{-3}$ | milli | m |
| 0•000 001 | $= 10^{-6}$ | micro | $\mu$ |
| 0•000 000 001 | $= 10^{-9}$ | nano | n |
| 0•000 000 000 001 | $= 10^{-12}$ | pico | p |

femto $= 10^{-15} =$ f ; atto $= 10^{-18} =$ a.

# क्षेत्रफळ (AREA) काढणे

पाया, उंची

त्रिकोणाचे क्षेत्रफळ = $\frac{\text{पाया} \times \text{उंची}}{2}$

a, बा

चौरसाचे क्षेत्रफळ = बाजू$^2$ = $a^2$

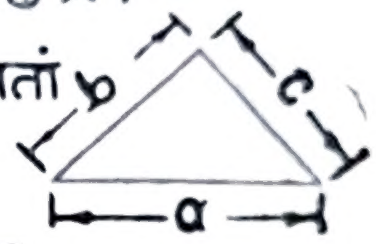
पाया, उंची

चौकोनाचे क्षे. = पाया × उंची
= लांबी × रुंदी

व्यास, त्रिज्या = r

वर्तुळाचे क्षेत्र. = $\frac{22}{7}$ त्रिजा$^2$ = $\pi r^2$
= $3{\cdot}1428 \times r^2$

त्रिकोणाच्या तिन्ही बाजू दिल्या असतां

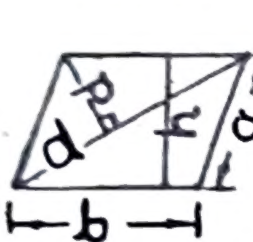



त्रिकोणाचे क्षेत्रफळ = A
a, b, c ह्या तीन बाजू आहेत

$\therefore$ $A = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$

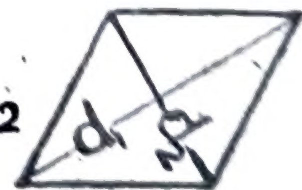
where, $s = \frac{a+b+c}{2}$

Parallelogram समांतरभूज चौकोणाचे क्षे. = A

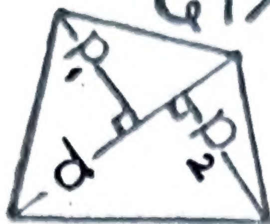



$A = b \times h$ जेथे, b = पाया; h = उंची
or
$A = dp$ जेथे, d = diagonal (कर्ण)
p = offset of diagonal
Or
$A = 2\sqrt{s(s-a)(s-b)(s-d)}$
where, A = area; d = diagonal;
a and b are two adjacent sides;
$s = \frac{a+b+c}{2}$

समभूज चौकोणाचे क्षे. (Rhombus) $A = \frac{1}{2} d_1 d_2$
$d_1 d_2$ हे दोन कर्ण.



# क्षेत्रफळ (AREA) काढणे (8)




अनियमित चौकोनाचे क्षेत्र.= A

## Quadrilaterals

$$A=\frac{1}{2}d\,(p_1+p_2)$$

where A = area; d = diagonal

$p_1$ and $p_2$ are the offset of the diagonals




## Quadrilaterals — in circles

$$A=\sqrt{(S-a)(S-b)(S-c)(S-d)}$$

where, A = area; a, b, c, d are the sides

$$S=\frac{a+b+c+d}{2}$$

Area of Trapezoid = $A=\frac{1}{2}(a+b)h$




where, A = area, a and b are the parallel sides.
h = perpendicular distance between the parallel sides

## नियमित बहुभुजाकृती Regular Polygons

i) $A=\frac{n}{2}\times ar$

ii) $A=r^2\times n\tan\frac{180}{n}$

iii) $A=R^2\times\frac{n}{2}\sin\frac{360^\circ}{n}$




where A = area; n = number of side; r = rad. of inscribed circle; R = rad. of circumscribed circle.

## Regular Hexagons नियमित षट्कोन

$A=\frac{3a^2\sqrt{3}}{2}$ where A = area; a = side.

# क्षेत्रफळ (AREA) काढणे




ELLIPSES अंडाकृतीचे क्षेत्र=A

$A = \pi ab$

where, a = semi-major axis

b = semi-minor axis




SECTOR वर्तुळ पाकळीचे क्षेत्र=A

(i) $A = \frac{a}{360} \times \pi r^2$

(ii) $A = \frac{1}{2} \times lr$

where, A = area ; a° = angle of sector

l = length of the arc of sector

r = radius of sector

## Segments of circles

वर्तुळखंडाचे क्षेत्रफळ=A




(i) segment = sector − triangle

(ii) $A = \frac{4}{3}h\sqrt{\left(\frac{1}{4}c^2 + \frac{2}{5}h^2\right)}$

where, h = height of the segment

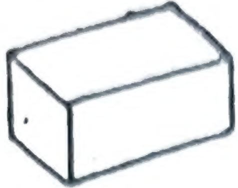
c = chord of the segment

# आकारमान (VOLUME) (10)




चौरस ठोकळ्याचे आकारमान = V

$V = a \times a \times a = a^3 =$ बाजु$^3$



चौकोनी ठोकळ्याचे (RECTAN-
-GULAR PRISM) आकारमान
= उंची × पायाचे क्षेत्रफळ
= उंची × लांबी × रुंदी



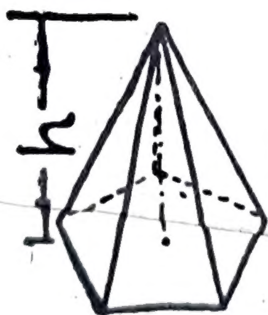
दंडगोलाचे (CYLINDER)
आकारमान $= \frac{22}{7} \times r^2 \times h$
$= \frac{22}{7} \times$ त्रिज्या$^2 \times$ उंची



शंकू (कोन) (CONE OR PYRAMID
आकारमान $= \frac{1}{3}$ उंची $\times \frac{22}{7} \times$ त्रिज्या$^2$
$= \frac{1}{3} h \pi r^2$



गोलाचे आकारमान = V
VOLUME OF SPHERE
$V = \frac{4}{3} \times \frac{22}{7} \times$ त्रिज्या$^3$
$= \frac{4}{3} \pi \times r^3 = \frac{4}{3} \pi r^3$




RIGHT REGULAR PYRAMID
VOLUME $= \frac{1}{3} Ah$
A = area of base ; h = height

+ २२



**वस्तुमान (MASS) :-** पदार्थातील कणसमुच्चयास पदार्थाचे वस्तुमान म्हणतात. (पदार्थ कोठेहि नेला तरी वस्तुमान हे कायम राहते.)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| MKSA | पध्दतीमध्ये | परिमाण – | किलोग्रॅम | kg |
| CGS | ,, | ,, | ग्रॅम | g |
| FPS | ,, | ,, | पौंड | lb |

**वजन (WEIGHT) :-** पृथ्वी पदार्थास ज्या प्रेरणेने आकर्षिते त्या प्रेरणेस त्या पदार्थाचे वजन म्हणतात. पदार्थाचे पृथ्वीच्या मध्यापासूनचे अंतर बदलल्यास त्याचे वजन बदलते.

परिमाणे :- किलोग्रम kg
ग्रॅम
पौंड

SI (सिस्टीम इंटरनॅशनल) मध्ये वजनास (मोजतांना) किलोग्रॅम फोर्स kgf द्वारे दर्शवितात.

**गुरुत्वमध्य (CENTRE OF GRAVITY)**

पदार्थ कोणत्याहि स्थितीमध्ये (POSITION) ठेवला असता ज्या एका बिंदुमधून त्या पदार्थाचे वजन कार्य करते त्या बिंदुस त्या पदार्थाचा गुरुत्वमध्य म्हणतात.

## स्थिर संतुलन [illegible]

पदार्थाला त्याच्या स्थितीतून थोडे विचलीत (DISTURB) केले असता तो [illegible] स्थितीत येत असेल तर त्या स्थितीला स्थिर संतुलन म्हणतात.

## अस्थिर संतुलन

पदार्थाला त्याच्या स्थितीतून थोडे जरी विचलीत केले, आणि जर तो [illegible] [illegible] येत नसेल, तर त्या स्थितीला अस्थिर संतुलन म्हणतात

## उदासीन संतुलन

पदार्थाला त्याच्या स्थितीतून विचलीत करण्याचा प्रयत्न केला असता त्याच्या स्थितीत कोणताच बदल होत नसेल तर त्या स्थितीला उदासीन संतुलन म्हणतात.

## दार्ढ्य किंवा घनता DENSITY

एकमाप आकारमानाच्या पदार्थाच्या वस्तुमानाला त्या पदार्थाचे दार्ढ्य किंवा घनता असे म्हणतात. पाण्याची 4°C वर 1 ग्रॅम घन सेमी घनता असते (CGS पध्दतीत)., किंवा 1 किलोग्रॅम पर लिटर असते (MKSA पध्दतीत)., किंवा 62·5 पौंड दर घन फूटास असते (FPS पध्दतीत).

याप्रमाणे, परिमाणें :- C G S पध्दतीत ग्रॅम प्रति घन सेमी., M K S A पध्दतीत किलोग्रॅम प्रति घन मिटर. F P S पध्दतीत पौंड प्रति घन फूट

$$\text{पदार्थाची घनता} = \frac{\text{पदार्थाचे वस्तुमान}}{\text{पदार्थाचे आकारमान}}$$

# विशिष्ट गुरूत्व SPECIFIC GRAVITY

दिलेल्या पदार्थाचे दार्ढ्य हे 4°श. वरील शुध्द पाण्याच्या दार्ढ्याचिया कितीपट आहे हे दर्शविणाऱ्या पटदर्शक आकड्याला त्या पदार्थाचे विशिष्ट गुरुत्व म्हणतात.

$$\text{पदार्थाचे विशिष्ट गुरुत्व} = \frac{\text{पदार्थाचे दार्ढ्य}}{4^{\circ}C \text{ वरील शुध्द पाण्याचे दार्ढ्य}}$$

$$\therefore \text{पदार्थाचे वि. गु.} = \frac{\text{पदार्थाचे वस्तुमान}}{\text{तितक्याच आकारमानाच्या पाण्याचे वस्तुमान}}$$

## आर्किमिडीजचा सिध्दांत :-

"सच्छिद्र नसलेला व दिलेल्या द्रवांशी रासायनिक क्रिया न करणाऱ्या घन पदार्थास त्या द्रवांत पुर्णतः किंवा अंशतः बुडविला असता त्याचे द्रवांत वजन कमी भरते. हे कमी झालेले वजन त्याने बाजुला सारलेल्या द्रवाच्या वजना इतके असते.

घन पदार्थाचे द्रवांत कमी झालेले वजन = त्याच्या द्रवांत बुडलेल्या भागाच्या आकारमानाएवढ्या द्रवाचे वजन = त्याने उत्सारलेल्या द्रवाचे वजन.

$$\text{पदार्थाचे वि. गु.} = \frac{\text{पदार्थाचे वजन ( हवेतील)}}{\text{पदार्थाचे पाण्यात कमी झालेले वजन}}$$

# यंत्रशास्त्र (MECHANICS) (14)

यंत्रशास्त्राचे दोन प्रमुख विभाग पडतात.

i) स्थितीशास्त्र (STATICS):-

निरनिराळ्या प्रेरणांचे कार्य एखाद्या वस्तुवर होऊन जर ती स्थिर असेल तर अशा स्थिर वस्तुवर कार्य करणाऱ्या प्रेरणांचा अभ्यास ज्या शास्त्रांत केल्या जातो, त्या शास्त्राला **स्थिती शास्त्र** म्हणतात.

ii) गतिशास्त्र (DYNAMICS):-

गतिमान वस्तुवर कार्य करणाऱ्या अथवा वस्तूस गतिमान करणाऱ्या प्रेरणांचा अभ्यास ज्या शास्त्रामध्ये केला जातो; त्या शास्त्राला गतिशास्त्र म्हणतात

## न्यूटनचे गतिविषयक नियम:-

नियम 1ला :- कोणत्याहि पदार्थावर बाह्यकारण लावल्या शिवाय तो आपली स्थिर स्थिती किंवा सरळ रेषेतील गतिमान स्थिती बदलत नाही. (या नियमास 'जडत्वाचा नियम' म्हणतात)

नियम 2रा :- पदार्थाच्या गतिप्रमाणाच्या (MOMENTUM) बदलाचा दर हा त्यावर लावलेल्या प्रेरणेच्या प्रमाणात असतो, आणि होणारा हा बदल प्रेरणेच्याच दिशेने घडून येतो.

नियम 3रा :- प्रत्येक क्रियेकरीता प्रतिक्रिया ही असतेच आणि त्या समान असून विरुध्द दिशेत कार्य करतात.

**प्रेरणा (FORCE) :-** जी पदार्थाच्या स्थिर अगर गतिमान स्थितिमध्ये बदल घडवून आणते किंवा बदल घडवून आणू पाहते तिला 'प्रेरणा' असे म्हणतात.

प्रेरणा = वस्तुमान × त्वरण

FORCE = mass × acceleration

**न्यूटन (NEWTON) :-** एक किलोग्रॅम वस्तुमानाच्या पदार्थात 1 मिटर प्रति सेकंद$^2$ इतके त्वरण उत्पन्न करणाऱ्या प्रेरणेस न्यूटन म्हणतात.

सिस्टीम इंटरनॅशनल प्रमाणे न्युटन हे प्रेरणेकरीता परिमाण उपयोगांत येते. न्युटन करीता संकेत = N

**डाईन (DYNE) :-** एक ग्रॅम वस्तुमानाच्या पदार्थात 1 सें.मी. प्रति सेकंद$^2$ इतके त्वरण उत्पन्न करणाऱ्या प्रेरणेस डाईन म्हणतात.

**पौंडल (POUNDAL) :-** एक पौंड वस्तुमानाच्या पदार्थात 1 फूट प्रति सेकंद$^2$ इतके त्वरण उत्पन्न करणाऱ्या प्रेरणेस पौंडल म्हणतात.

1 kilogram force = 9·806 65 newtons

1 kgf = 9·81 newtons (approximately)

1 dyne = $10^{-5}$ newtons

1 tonne force = 9806·65 newton

1 gram force = 981 dyne

1 lbf = 0·4535924 kgf (exactly)

1 pdl = 0·138255 N

**ऊर्जा (ENERGY):-** पदार्थाच्या कार्य करण्याच्या क्षमतेला त्याची ऊर्जा असे म्हणतात.

ऊर्जेचे दोन प्रकार आहेत

**स्थितीजन्य ऊर्जा (POTENTIAL ENERGY)**

पदार्थामध्ये त्याच्या स्थितीमुळे निर्माण झालेली ऊर्जा-

$P.E. = m \times g \times h$

where, m = mass, h = height
g = gravitational force

**गतिजन्य ऊर्जा (KINETIC ENERGY)**

पदार्थामध्ये त्याच्या गतीमुळे निर्माण झालेली ऊर्जा

$K.E. = \frac{1}{2} m \times v^2$ where, m = mass
v = velocity

रूपांतर सूत्रे

1 kilogram force metre = 9.80665 joules
kgf.m

1 kilowatt hour = $3.6 \times 10^6$ joule
kWh

1 electron volt = $1.602 \times 10^{-19}$ joule
eV

1 calorie (thermochemical) = 4.184 Joule

1 calorie (International table) = 4.1868 Joule

$10^6$ ft.lbf = 0.376 616 kWh

1 ft.lbf = 1.35582 J

1 hph = 0.74570 kWh

# शक्ती (POWER)

कार्य करण्याच्या दराला शक्ती म्हणतात.

$$\text{शक्ती} = \frac{\text{केलेले कार्य}}{\text{लागणारा वेळ}} = P = \frac{W}{t} = \frac{d \times f}{t}$$

जेथे, P = Power , W = Work, t = time

आणि d = distance, f = force, t = time

| परिमाणे | | संकेत |
|---|---|---|
| MKSA पध्दतीमध्ये → | वॅट (Watt) | W |
| —,,— | किलोग्रॅम फोर्स मिटर पर सेकंद | = kgf.m/S |
| —,,— | मेट्रीक अश्वशक्ती | |
| CGS पध्दतीमध्ये → | अर्ग प्रति सेकंद | erg/s |
| —,,— | ग्रॅम फोर्स सेंटीमिटर प्रति सेकंद | |
| FPS पध्दतीमध्ये → | फूट पौंडल/सेकंद (निरपेक्ष) | |
| —,,— | फूट पौंड/सेकंद (तांत्रिक) | ft lb/s |
| —,,— | अश्वशक्ती | hp |

1 erg per second = $10^{-7}$ WATT

killgramforce meter per second kgf.m/s.

1 kgfm/s = 9.80665 watt

1 meric horse Power = 735.499 watt

1 meric horse Power = 0.986 hp.

1 kilocalorie per hour = 1.163 watt

1 ft·lb/s = 0.138 255 kgf·m/s

1 hp = 0.745 70 kW = 1.014 metric hp

1 ft·lb/s = 1.35582 N·m/s न्युटन· मिटर प्रती सेकंद

1.W = 1.34 hp = 1.36 metric horse power.

**वॅट (WATT) :-** कार्याच्या एक ज्यूल प्रति सेकंद दराला वॅट असे म्हणतात. वॅटचे संकेत → W

1000 वॅट = 1 किलो वॅट (kW)

**अश्वशक्ती (HORSE POWER) :-** 550 फूट पौंड प्रति सेकंद किंवा 33,000 फूट पौंड प्रति मिनिट, कार्याच्या दराला एक अश्वशक्ती (hp) म्हणतात.

**मेट्रीक अश्वशक्ती (METRIC HORSE POWER) :-**

75 मिटर किलोग्राम प्रति सेकंद किंवा 4500 मिटर किलोग्रॅम प्रति मिनिट, कार्याच्या दराला एक मेट्रीक अश्वशक्ती म्हणतात.

1 kW = 1·34 hp = 1·36 metric horse power

1 hp = 0·74570 kW = 1·36 metric horse power

1 metric horse power = 0·735499 kW = 0986 hp

**दर्शनी अश्वशक्ती :- (INDICATED HORSE POWER) :-**

इंजिनमध्ये अथवा मोटरमध्ये तयार होणाऱ्या शक्तीला दर्शनी अश्वशक्ती (Ihp) म्हणतात.

**उपयुक्त अश्वशक्ती (BRAKE HORSE POWR) :-**

जी अश्वशक्ती वास्तविक कार्य करण्यास उपयोगी पडते तिला उपयुक्त अश्वशक्ती (Bhp) म्हणतात.

घर्षणामुळे अथवा रोधकतेमुळे खर्च होणारी अश्वशक्ती यांस घर्षणाची अश्वशक्ती (Fhp) असे संबोधतात

उपयुक्त अश्वशक्ती = दर्शनी अश्व. = घर्षणाची अ.

$$Bhp = Ihp - Fhp$$

इलेक्ट्रीक मोटरची अश्वशक्ती = 1hp

$$1hp = \frac{VOT \times AMPERE}{746}$$

सिंगल ॲक्टींग स्टीम इंजीनची दर्शनी अश्वशक्ती Ihp

$$Ihp = \frac{P \times L \times A \times N}{33,000}$$

where, P = Mean effective steam pressure in 1lb per sq. inch.
L = Length of stroke in feet.
A = Area of piston in sq. inch.
N = Number of revolutions per minute.

डबल ॲटींग स्टीम इंजिनची दर्शनी अश्वशक्ती

$$Ihp = \frac{2PLAN}{33000}$$

1 kW = 1·34 hp = 1·34 × 550 फूट-पौंड पर सेकंद

1 kW = (1·34 × 550 × 60 × 60) = 2,653,200 फूट पौंड दर ताशी

1 फूांड कार्य = 32·2 फूट पौंडल

## कार्यक्षमता (EFFICIENCY) :-

यंत्राने केलेले कार्य व यंत्रास ते कार्य करण्यास पुरविलेले कार्य यांच्या गुणोत्तरास कार्यक्षमता म्हणतात.

(i)
$$\text{कार्यक्षमता} = \frac{\text{वजनाने चाललेले अंतर} \times \text{वजन}}{\text{प्रेरणेने चाललेले अंतर} \times \text{प्रेरणा}}$$

(ii)
$$\text{कार्यक्षमता} = \frac{\text{यांत्रिक फायदा}}{\text{वेग प्रमाण}}$$

## यांत्रिक फायदा (MECHANICAL ADVANTAGE)

यंत्राने उचललेले वजन आणि त्याकरीता लागलेली प्रेरणा यांच्या गुणोत्तरास यांत्रिक फायदा असे म्हणतात., आणि गुणोत्तराची किंमत 1 पेक्षा जास्त असते.

गुणोत्तराची किंमत 1 पेक्षा कमी आल्यास यांत्रिक तोटा झाला असे म्हणतात.

$$\text{यांत्रिक फायदा} = \frac{\text{यंत्राने उचललेले वजन}}{\text{लावलेली प्रेरणा}}$$

## वेग प्रमाण (VELOCITY RATIO)

प्रेरणेच्या (EFFORT) आणि वजनाच्या (LOAD) वेगाच्या गुणोत्तरास वेगप्रमाण म्हणतात.

$$\text{वेग प्रमाण} = \frac{\text{प्रेरणेने चाललेले अंतर}}{\text{तितक्याच वेळांत वजनाचे चाललेले अंतर}}$$

## यांत्रिक कार्यक्षमता (MECHANICAL EFFICIENCY)

उपयुक्त अश्वशक्ती (B.hp) व दर्शनी अश्वशक्ती (Ihp) यांच्या गुणोत्तरास यांत्रिक कार्यक्षमता म्हणतात.

$$\text{यांत्रिक कार्यक्षमता} = \frac{\text{Bhp}}{\text{Ihp}} = \frac{\text{उपयुक्त अश्वशक्ती}}{\text{दर्शनी अश्वशक्ती}}$$

## घर्षण (FRICTION) :- 
जेव्हा एका पदार्थावर दुसरा पदार्थ गतिमान केल्या जातो तेंव्हा त्याच्या गतीस विरोध करणाऱ्या जोरास घर्षण म्हणतात.

प्रकार :- (i) स्थितीजन्य घर्षण (STATIC FRICTION)
(ii) गतिजन्य घर्षण (DYNAMIC FRICTION)
(iii) भ्रमणजन्य घर्षण (ROLLING FRICTION)

घर्षणाचे नियम – घर्षण खालील बाबींवर अवलंबून असते.
(i) पदार्थाच्या संबधीत (स्पर्शीत) पृष्ठभागाचा गुळगुळीतपणा किंवा खडबडीतपणा
(ii) दोन्ही पृष्ठभागांवरील दाब
(iii) पृष्ठभागांचे क्षेत्रफळ (iv) पदार्थाचे गुणधर्म.

## घर्षण गुणक (CO-EFFICIENT OF FRICTION):-
एकाच पातळीवर जाणाऱ्या पदार्थाची प्रेरणा व वजन यांच्या गुणोत्तरास घर्षण गुणक म्हणतात; आणि त्या गुणोत्तराची किंमत 1 पेक्षा कमी असते. घर्षण गुणकाकरीता म्यु $\mu$ या संकेताचा प्रयोग करतात.

$$\text{घर्षण गुणक } \mu = \frac{\text{प्रेरणा}}{\text{वजन}} = \frac{P}{W}$$

## भ्रमण प्रवृत्ती (MOMENTS)
एखाद्या आधारीत पदार्थावर प्रेरणा कार्य करीत असतांना त्या आधाराभोवती फिरण्याच्या प्रेरणेच्या प्रवृत्तीस भ्रमण प्रवृत्ती म्हणतात.

प्रकार:- 1) सव्य भ्रमण प्रवृत्ती (क्लॉक वाईज)
2) अपसव्य भ्रमण प्रवृत्ती (अँन्टी क्लॉक वाईज)

भ्रमण प्रवृत्ती दर्शविण्याकरीता खालील गोष्टींची आवश्यकता असते.
i) प्रेरणा ii) प्रेरणेचे आधारापासूनचे अंतर iii) भ्रमण प्रवृत्तीची दिशा

प्रेरणेची भ्रमण प्रवृत्ती = प्रेरणा × प्रेरणेचे आधारापासूनचे लंबांतर

परिमाणे :- MKSA पध्दतीमध्ये → किलोग्रॅम मिटर.
CGS पध्दतीमध्ये → ग्रॅम सें.मी. ,, FPS पध्दतीमध्ये → पौंड फूट.

# उष्णतामान – तापमान

उष्णतामान (TEMPERATURE) मोजण्याचे खालील परिमाणे आहेत.

| | | संकेत |
|---|---|---|
| ① kelvin | केलव्हीन | K |
| ② Celsius | सेल्सीयस, शतांश | °C |
| ③ Fahrenheit | फॅरनहिट | °F |
| ④ Rankine | रॅन्कीन | °R |

केल्व्हीन (kelvin) हे उष्णतामान मोजण्याचे इंटरनॅशनल सिस्टीम परिमाण (SI UNIT) होय.

$$F = \frac{9}{5}C + 32$$

$$C = (F-32)\frac{5}{9}$$

$$\frac{R}{4} = \frac{C}{5} = \frac{F-32}{9}$$

$$K = 273{\cdot}15 + C$$

$$K = 273{\cdot}15 + \left(\frac{5}{9}\right)(F-32)$$

थर्मोडायनामिक टेंपरेचर (ॲब्सोल्युट टेंपरेचर) चे संकेत T, θ

कस्टमरी टेंपरेचर चे संकेत t, θ

The Kelvin (K) is the fraction 1/273·16 of the thermodynamic temperature of the triple point of water.

**कॅलरी (calorie) :–** 1 ग्रॅम शुध्द पाण्याचे उष्णतामान 1°श. मधून वाढविण्याकरीता लागणाऱ्या उष्णतेला 1 कॅलरी म्हणतात.

**ब्रिटीश थर्मल यूनीट (Btu) :–** 1 पौंड शुध्द पाण्याचे उष्णतामान 1°फॅ. मधून वाढविण्याकरीता लागणाऱ्या उष्णतेला 1 Btu म्हणतात.

1 कॅलरी = 4·186 Joule = 0·00397 Btu

1 Btu = 252 कॅलरी

1 kilocalorie per hour = 1·163 वॅट किंवा ज्यूल पर राशी

थर्मल कंडक्टीव्हीटी करीता परीमाण वॅट पर मिटर केल्वीन W/(m.k)

1 कॅलरी पर सेकंड सेंमी डीग्री सेल्सीयस = 418·68 W/(m.k)
cal/s.cm°c

1 कॅलरी पर सेकंद स्क्वेअर सेंमी डीग्री सेल्सीयस = $4{\cdot}1868 \times 10^{4}$ W/($m^2$k)

**विशिष्ठ उष्णता (SPECIFIC HEAT) :–** पदार्थाचे उष्णतामान 1°श. मधून वाढविण्यास लागणारी उष्णता आणि तितक्याच वजनाच्या शुध्द पाण्याचे उष्णतामान 1°श मधून वाढविण्यास लागणारी उष्णता यांच्या गुणोत्तरास त्या पदार्थाची विशिष्ठ उष्णता असे म्हणतात.

$$\text{वि. उ.} = \frac{\text{पदार्थाचे उष्णतामान } 1^{\circ}\text{श. ने वाढविण्यास लागणारी उष्णता}}{\text{तितक्याच वजनाच्या पाण्याचे उष्णतामान } 1^{\circ}\text{ श. ने वाढविण्यास लागणारी उष्णता}}$$

---

## बॉईलचा नियम (बॉईल्स लॉ)

'ताप स्थिर असल्यास ठराविक वस्तुमानाच्या वायुचा दाब वायुच्या आकारमानाच्या व्यस्त प्रमाणांत बदलतो.'

$P \propto \frac{1}{V}$ $\therefore P = K\frac{1}{V}$ अथवा $PV = K$ (स्थिरांक)

P → Pressure, V → Volume

P आणि V दोन राशी परस्पराच्या व्यस्त प्रमाणांत बदलतात.

# दाब (PRESSURE)

एकक क्षेत्रफळाच्या पृष्ठभागावर लंब दिशेत क्रिया करणाऱ्या बलाच्या परिमाणाला त्या पृष्ठभागावरील दाब असे म्हणतात.

## पास्कलचा द्रवाच्या दाबाच्या पारेषणाचा नियम
## PASCAL'S law of transmission of pressure

'बंदिस्त द्रवावर वाढविलेला दाब द्रवातील कोणत्याहि खोलीवर सारखाच पारेषीत होतो'

## गेज दाब (GAUGE PRESSURE)

'निरपेक्ष दाब (absolute pressure) व वातावरणाचा दाब (Atmospheric pressue) यातील फरकाला गेज दाब (गेज प्रेशर) म्हणतात.

दाब मोजण्याचे परिमाण न्यूटन पर स्क्वेअर मिटर $N/m^2$ आहे

1 dyne per sq. cm = $0 \cdot 1\ N/m^2$

1 $lbf/in^2$ = $6894 \cdot 8\ N/m^2$

1 $lbf/in^2$ = $0 \cdot 070307\ kgf/cm^2$

1 $tonf/ft^2$ = $10 \cdot 9366\ tf/m^2$

1 $tonf/in^2$ = $1 \cdot 57488\ kgf/mm^2$

' kilogram force per sq. cm (Technical atmosphere) → $kgf/cm^2$ (at)

1 $kgf/cm^2$ (at) = $98066 \cdot 5$ newton per sq. metre

1 bar = $10^5\ N/m^2$

1 $kgf/mm^2$ = $9 \cdot 80665 \times 10^6\ N/m^2$

1 normal atmosphere (atm) = $101325\ N/m^2$

1 millimetre mercury mmHg = $133 \cdot 322\ N/m^2$

1 torr = $133 \cdot 322\ N/m^2$

# धातु METAL 

## धातुचे यांत्रिक गुणधर्म

## (MECHANICAL PROPERTIES OF METALS)

स्थितिस्थापकता (ELASTICITY) :— कांही पदार्थांवर प्रेरणा (deforming force) लावली असता त्यांच्या मापांत किंवा आकारांत बदल होतो परंतु हा बदल त्यांच्यावरील प्रेरणा काढून घेतल्यास नाहीसा होतो व ते पूर्वस्थितीत येतात. पदार्थाच्या ह्या गुणधर्मास स्थितीस्थापकता म्हणतात.

प्लॅस्टीसिटी (PLASTICITY) :— कांही पदार्थांवर प्रेरणा लावली असता त्यांच्या आकारांत किंवा मापांत बदल होतो, परंतु हा बदल त्यांच्यावरील प्रेरणा काढून घेतल्यानंतर सुध्दा कायम असतो; पदार्थाच्या ह्या गुणधर्मास प्लॅस्टीसिटी म्हणतात, व अशा पदार्थांना प्लॅस्टिक पदार्थ म्हणतात.

स्थितीस्थापक मर्यादा (ELASTIC LIMIT)
कांही पदार्थांवर फक्त विशिष्ट मर्यादेच्या आंत प्रेरणा लावली असतां ते स्थितीस्थापकतेच्या गुणधर्मास (ELASTICITY) दाखवितात; ह्या प्रेरणेच्या मर्यादेला स्थितिस्थापक मर्यादा म्हणतात.

स्ट्रेस (STRESS) :— स्थितिस्थापक मर्यादेमध्ये पदार्थाच्या एक माप क्षेत्रफळावर लावलेल्या प्रेरणेला त्या पदार्थावरील स्ट्रेस म्हणतात.

$$\text{स्ट्रेस} = \frac{\text{लावलेली प्रेरणा}}{\text{क्षेत्रफळ}}$$

परीमाणे :— M.K.S.A. पध्दतींत → किलोग्रॅम दर चौ. मिटर
C.G.S. —„— → ग्रॅम प्रति चौ. सेंमी.
F.P.S —„— → पौंड प्रति चौ. इंच.

## शिअरींग स्ट्रेस (SHEARING STRESS) :—

पदार्थावर पृष्ठभागाला समांतर दिशेने कार्य करणाऱ्या स्ट्रेसला शिअरींग स्ट्रेस म्हणतात.

## नॉर्मल स्ट्रेस (NORMAL STRESS)

पदार्थाच्या पृष्ठभागाला लंब दिशेने कार्य करणाऱ्या स्ट्रेसला नॉर्मल स्ट्रेस म्हणतात.

## स्ट्रेन (STRAIN) :—

स्थितिस्थापकत्वाच्या गुणधर्मामुळे पदार्थाच्या एक मापांत किंवा एक माप आकारांत जो बदल होतो त्यांस स्ट्रेन (STRAIN) म्हणतात. स्ट्रेन हे गुणोत्तर असल्यामुळे त्यास माप नाही. (परिमाण नाही.)

## हुकचा नियम (HOOKS LAW)

"स्थितिस्थापकत्वाच्या मर्यादेच्या आंत स्ट्रेस हा स्ट्रेनच्या सम्प्रमाणांत असतो."

$$\text{स्ट्रेस} \propto \text{स्ट्रेन}$$

$$\therefore \frac{\text{स्ट्रेस}}{\text{स्ट्रेन}} = \text{स्थिर संख्या (const.)}$$

त्या स्थिरांकालाच 'मॉड्युलस ऑफ इलॅस्टिसिटी' किंवा 'यंग्ज मॉड्युलस' असे म्हणतात.

## दृढता (TENACITY) :—

ओढणारी शक्ती कार्य करीत असताना आकारांत बदल न होता त्या शक्तीस सहन करणे.

## संपिड्यता (COMPRESSION) :-

स्थितींत बदल न होता दाब सहन करण्याचा गुणधर्म.
उदा. कास्ट आर्यन मध्यें संपिड्यता उत्तम असते.

## तन्यता (DUCTILITY) :-

न तुटता लांब तारा काढता येण्याचा गुणधर्म.
उदा. सोने उत्तम तन्यशील आहे.

## चिवटपणा (TOUGHNESS) :-

वाक देणे पिळ देणे ह्या क्रियेस समर्थ असण्याचा गुणधर्म.

## भंजनशीलता (BRITTLENESS) :-

आघातामुळे तुटण्याचा, भेगा पडण्याचा गुणधर्म.

## कठीणपणा (HARDNESS) :-

दुसऱ्या धातुवर घासल्यास, तोडल्यास, रगडल्यास, आदळल्यास परिणाम न होता टणक राहण्याचा गुणधर्म. (पोलाद जास्त कठीण)

## कुट्यता (MALEABILITY) :-

हॅमरींग, रोलींग, प्रेसिंगमुळे त्या दिशेत प्रसरण पावण्याचा गुणधर्म.

# धातुचे प्रकार (32)

1) लोहयुक्त धातु 2) लोह विरहीत धातु

1) लोहयुक्त धातु :- ज्या धातुमध्ये लोखंडाचा अंश असून तिच्यावर ओलसर हवेचा परीणाम होतो व त्या चुंबकीय असतात त्या धातूंना लोहयुक्त धातु म्हणतात. ( इंग्रजीत यांच प्रकारास FERROUS METALS म्हणतात.) उदा. पिग आयर्न, कास्ट आयर्न, रॉट आयर्न, माईल्ड स्टील व इतर सर्वप्रकारचे पोलाद.

2) लोह विरहीत धातु :- ज्या धातुमध्ये लोखंडाचा अंश नसतो व ओलसर हवेचा परीणाम होत नाही आणि त्या अचुंबकीय असतात अशा धातुंना लोहविरहीत धातू (NON FERROUS METALS) म्हणतात. उदा. तांबे (COPPER), अॅल्युमिनीयम (ALUMINIUM), कथील (TIN), जस्त (ZINC), शिसे (LEAD) वगैरे.

# आयर्न ओअर IRON ORE

खाणीतून अशुध्द रुपांत मिळणाऱ्या लोखंडाच्या कच्या दगडांना आयर्न ओअर (खनीज लोह) म्हणतात. हे खाणीतून दगडाच्या स्वरुपांत मिळतात. ह्या दगडांत लोखंडाशिवाय इतर अशुध्द द्रव्ये देखील असतात. उदा. सिलीका, मॅंगनीज, कार्बन, गंधक वगैरे.

# पिग आयर्न (PIG IRON)

ब्लास्ट फरनेसमध्यें आयर्न ओअर वितळल्यानंतर मिळणाऱ्या तप्त रुपांतील लोखंडास पिग आयर्न म्हणतात. पिगआयर्नचा उपयोग पोलाद तयार करण्यास, पिग आयर्न इनगॉटस् (पिग आयर्नच्या विटा, चिपा) करण्यास, जड टाकीत बेड बनविण्यास प्रामुख्याने होतो. यांत कार्बनचे प्रमाण 4% पर्यंत (जास्तीत जास्त) असते यांच सोबत सिलीका, मॅंगनीज, गंधक वगैरे द्रव्ये ( एलीमेन्ट) देखील असतात.

# CAST IRON कास्ट आयर्न (संकेत C.I.)

पिग आयर्न आणि जुने का.आ.चे तुकडे (स्क्रॅप) यांना फरनेसमध्ये वितळवून मिळणाऱ्या लोखंडास कास्ट आयर्न म्हणतात. थोड्या प्रमाणांत कास्ट आयर्न तयार करण्यास पिट फरनेसचा उपयोग होतो. जास्त प्रमाणांत का.आ. तयार करण्यास क्युपोला फरनेसचा उपयोग होतो.

का.आ. (C.I.) चे गुणधर्म :— (1) हा लवकर वितळतो. याचा वितलन बिंदू 1200°C आहे. (2) याचा तप्तरस प्रवाही असतो. त्यामुळे हा ओतकाई करीता (कास्टींग करण्यास) फार उपयुक्त आहे. (3) ग्रे का.आयर्नला सहज मशीनींग करता येते. व्हाईट का.आ. मात्र कठीण असतो. (4) ग्रे का.आ. मध्ये ग्रॅफाईडचे प्रमाण जास्त असल्यामुळे तो सेल्फ लुब्रीकंट असतो. (5) ग्रे का.आयर्नचे घर्षण कमी होत असल्यामुळे 'बेअरींग सरफेस' करीता उपयुक्त. उदा. मशिन बेड, स्लायडींग पार्टस वगैरे. (6) इतर लोखंडापेक्षा का.आ. स्वस्त. (7) तंतुरचना दाणेदार (ग्रॅन्युलर) किंवा बिलोरी (क्रिस्टालीन) असते. (8) भंजनशील असते वाकविता येत नाही. (9) फोर्जींग करता येत नाही. (10) टेन्साईल स्ट्रेंग्थ फार कमी (दर चौ. इंचास 8 ते 20 टन) असते. (10) शिअरींग स्ट्रेंग्थ 10 ते 15 टन दर चौ. इंचास असते. (11) कॉंप्रेसाईव्ह स्ट्रेंग्थ मात्र जास्त (40 टन दर चौ. इंचास) असते. म्हणून फौंडेशन प्लेटस, मशीन बेड वगैरे करीता उपयुक्त. (12) यांत इतर द्रव्ये शिल्लक (थोड्या प्रमाणांत) असतात.

# रॉट आयर्न WROUGHT IRON

वितळलेल्या पिग आयर्न मधील कार्बन, सिलीका, सल्फर फॉस्फरस वगैरे अशुध्द द्रव्यांना काढून अगर त्यांचे प्रमाण शक्य तेवढे कमी करून जे शुध्द लोखंडाचे प्रकार हस्तगत होते त्यांस रॉट आयर्न म्हणतात.

उपयोग :— तारा, साखळ्या, शाफ्ट (लाईन शाफ्ट) रीव्हेटस वगैरे करीता उपयोग होतो.

रॅाट आयर्नचे गुणधर्म :- (1) रॅाट आयर्न हा शुध्द लोखंडाचा प्रकार असून यांत 99·8% पर्यंत लोखंड असते. (2) यांत टफनेस ( चिवटपणा ) जास्त असतो. (3) थंड स्थितींत सहज बेंड करता येते. (4) मेलीएबल असतो. रोलींग प्रेसींग वगैरे क्रिया होवू शकतात. (5) फोर्जींग व वेल्डींग सरळ होते. (6) टेन्सायील स्ट्रेंग्थ 23 टन दर चौ. इंचास. (7) कॉम्प्रेसाईव स्ट्रेंग्थ 13 टन दर चौ. इंचास. (8) हार्डनींग होत नाही. (9) उच्च वितलन बिंदू (1900°C) असतो. (10) कास्टींग होत नाही. (11) कार्बनचे प्रमाण 0·01% ते 0·03% असते. म्हणजेच दर 100 किलो मध्ये 10 ते 30 ग्रॅम कार्बन असते.

# पोलाद STEEL

लोखंडात जेंव्हा 0·04% ते 1·5% कार्बन असते तेंव्हा त्या लोखंड व कार्बन यांच्या संयुक्त रुपास पोलाद (स्टिल) म्हणतात. याचा वितलन बिंदु त्यातील कार्बन व इतर द्रव्यांच्या प्रमाणावर अवलंबून असतो. सामान्यतः 1350°c ते 1740°c तापमानाचे दरम्यान असतो.

**प्रकार :-** अभ्यासाकरीता → (1) प्लेन कार्बन स्टील (2) अलॉय स्टील.
उपयोगा प्रमाणे गट → (1) स्ट्रक्चरल स्टील (2) टुल स्टील.

(1) प्लेन कार्बन स्टील :- ज्यांत लोह व कार्बन व्यातिरीक्त इतर एलीमेंटस् मिळविलेले नसतात त्यांस प्लेन कार्बन स्टील म्हणतात. प्रकार :- (i) लो कार्बन स्टील (ii) मिडीयम कार्बन स्टील (iii) हाय कार्बन स्टील आणि ओतीव पोलाद ( कास्ट स्टील ).

लो कार्बन स्टील गटातील कमी कार्बन असलेले पोलाद म्हणजेच माईल्ड स्टील (MILD STEEL) होय. माईल्ड स्टील ला मशीन स्टील देखील म्हणतात.

| प्लेन कार्बन स्टील मधील कार्बनचे प्रमाण | | |
|---|---|---|
| प्रकार | शेकडा प्रमाण | दर 100 किलोग्रॅम मध्ये |
| माईल्ड स्टील | 0·04% ते 0·05% | 40 ते 50 ग्रॅम |
| लो कार्बन स्टील | 0·05% ते 0·3% | 50 ते 300 ग्रॅम |
| मिडीयम का. स्टील | 0·3 % ते 0·6% | 300 ते 600 ग्रॅम |
| हाय कार्बन स्टील | 0·6 % ते 1·5% | 600 ते 1500 ग्रॅम |
| कास्ट स्टील | 0·7% ते 1·4% | 700 ते 1400 ग्रॅम |

# मिश्र पोलाद (अलॉय स्टील)

पोलादांत विशिष्ठ गुणधर्म निर्माण करण्यास व त्यांची उपयुक्तता वाढविण्यास इतर द्रव्यांचे प्रमाण त्यात मिळविले जातात. या संयुक्त मिश्रणाने तयार होणाऱ्या पोलादास मिश्र पोलाद (अलॉय स्टील) म्हणतात.

तयार झालेल्या मिश्र पोलादात ज्या मुलतत्वांचे (एलीमेंटस्) प्रमाण जास्त असेल त्याचे नांव त्या मिश्रधातूस दिले जाते. कांही मिश्र पोलादांना उपयोगाप्रमाणे स्वतंत्र नावे देखील आहेत.

अलॉय स्टीलचे प्रकार :— टंगस्टन स्टील, निकेल स्टील, मॅंगनीज स्टील, व्हेनेडीयम स्टील.

हायस्पिड स्टील, हाई वर्कींग हाय स्टील, हाय टेन्साईल एअर हार्डनींगस्टील, स्टेनलेस स्टील वगैरे.

# सिंथेटीक मटेरीयल

## SYNTHETIC MATERIAL

इंजिनिअरींग क्षेत्रांत धातु व्यतिरीक्त पदार्थ (अधातु) देखील उपयोगांत येतात. यापैकी कमी वजन, स्मुथ सरफेस, उत्तम इन्सुलेटस् व हाय कोरोशन रेझीस्टनस् असलेले कांही पदार्थ वेगवेगळ्या रासायनिक क्रिया करून तयार केले जातात. कांही पदार्थांचा उपयोग यंत्राचे अथवा इन्स्ट्रुमेंटचे भाग तयार करण्यास होतो. या पदार्थांना सिंथेटीक मटेरीयल मटेरीयल म्हणतात. उदा. (1) फेनो प्लास्ट मोल्डींग कंपाऊंड, (2) सेल्युलेसस् ॲसेटोब्युटीरेट (3) इंजेक्शन मोल्डींग कंपाऊंड (4) व्हल्कनाईज्ड फायबर (5) सेल्युलाईट (6) सिलोन (7) आर्टीफीशीयल हॉर्न (8) सिंथेटीक रेझीन (9) प्लॅस्टीक लॅमीनेटेड वुड. (10) पॉलीमर मटेरीयल्स. (11) पॉलीटेट्राफ्लोरोइथीलीन.

## पॉलीटेट्राफ्लोरोइथीलीन

## POLYTETRAFLUROETHYLENE

यांस P.t.f.e देखील म्हणतात. हा सिंथेटीक मटेरीयल्सचा एक प्रकार असून त्याचा उपयोग बेअरींग करीता होतो. याचे घर्षणगुणक (Coefficient of friction = $\mu$) हे जवळजवळ 0.05 आहे. हा घर्षण गुणक $\mu$ व्यवहारातील उपयोगांत येणाऱ्या सर्व पदार्थांत कमी आहे.

# धातुवरील उष्णतोपचार
## HEAT TREATMENT

धातूंत विशीष्ठ गुणधर्म निर्माण होण्यास योग्य टेंपरेचरवर तापवून केल्या जाणाऱ्या उपचारांना धातुवरील उष्णतोपचार (HEAT TREATMENT) म्हणतात.

हार्डनींग :- कार्बनयुक्त पोलादांत इतर धातु कापण्याची समर्थता व मजबुती येण्यास — — –

टेंपरींग :— हार्डनींगमुळे धातूंत येणारी भंजन-शिलता वं जास्तीचा कडकपणा मर्यादीत करण्यास - - - - -

अनीलींग :- कठीणपणा असलेल्या धातूस नरम करण्यास — — — —

नॉर्मलायजींग :— धातुवर हॅमरींग रोलींग प्रेसींग यामुळे आलेला अस्थाई कठीणपणा घालविण्यास - - -

केस हार्डनींग :— कार्बनचे प्रमाण फारच कमी असल्यास लोखंडाचे किंवा लो कार्बन स्टील चे वरील पृष्ठभाग हार्डनींग करण्यास — - - - -

---

लोअर क्रिटीकल टेंपरेचर :— ज्या टेंपरेचरवर तप्त पोलादातील कार्बन विरघळण्यास सुरवात होते-

अप्पर क्रिटीकल टेंपरेचर :— ज्या टेंपरेचरवर तप्त पोलादातील कार्बन पूर्णपणे विरघळलेला असतो—

क्रिटीकल रेंज :— पोलादांतील लो. क्रि. टेंपरेचर बिंदु ते अ. क्रि. टेंपरेचर बिंदू पर्यंतची रेंज — — – –

# लेथ वरील स्क्रू कटींग (थ्रेडींग)

$$\frac{\text{(दर इंचात) लिड स्क्रू वरील आटे}}{\text{(दर इंचात) कामावरील आटे}} = \frac{\text{ड्रायव्हर}}{\text{ड्रीव्हन}} = \frac{\text{मेन ड्रील वरील गेअर}}{\text{लिड स्क्रू वरील गेअर}}$$

## कंपाऊंड गेअरींग करीता :-

$$\frac{\text{लिड स्क्रू वरील आटे}}{\text{कामावरील आटे}} = \frac{\text{मेनड्रील गेअर (ड्रायव्हर पहिला)} \times \text{स्टड गेअर ड्रायव्हर (दुसरा)}}{\text{स्टड गेअर (ड्रिव्हन पहिला)} \times \text{लिड स्क्रू गेअर (ड्रीव्हन)}}$$

## ताळा करणें (प्रुफ ऑफ चेंज व्हिल्स) :-

$$\frac{\text{ड्रिव्हन पहिला} \times \text{ड्रिव्हन दुसरा} \times \text{लिड स्क्रू वरील आटे}}{\text{ड्रायव्हर पहिला} \times \text{ड्रायव्हर दुसरा}} = \text{कामावरील आटे}$$

---

# टेपर टर्नींग (TAPER TURNING)

## टेलस्टॉक सेंटर हटविणें (Set over of Tail-Stock centre)

प्रथम 'टेपर पर इंच' शोधा.

$$\text{टेपर पर इंच} = \frac{\text{टेपरचा मोठा व्यास} - \text{टेपरचा लहान व्यास}}{\text{टेपरची लांबी इंचात}}$$

'टेपर पर फुटांत' दिलेल्या असल्यास 'टेपर पर इंच' काढावे

$$\text{टेलस्टॉक सेंटर सेट ओव्हर} = \frac{\text{कामाची संपूर्ण लांबी इंचात} \times \text{टेपर पर इंच}}{2}$$

दर फुटास $\frac{1}{16}$" टेपर = कोन 18 मिनट (संपुर्ण) = कोन 9 मिनट आससी

$$\text{TAPER BY (RADIAN) FORMULA} = \frac{D-d}{\text{Lengh of taper}} \times \frac{57}{2}$$

in degrees, minutes

(37)

$$\text{कटींग स्पिड} = \frac{\frac{22}{7} \times \text{व्यास} \times \text{स्पिंडलचे फेरे}}{12}$$

$$CS = \frac{\pi DN}{12} \text{ सरफेस फूट}$$

$$\text{स्पिंडलचे फेरे} = \frac{\text{कटींग स्पिड} \times 12}{\pi \times \text{व्यास}}$$

$$N = \frac{CS \times 12}{\pi D}$$

---

जेंव्हा कटींग स्पिड (CS) मिटरमध्ये व व्यास मिमि. मध्ये असेल तेंव्हा---

$$RPM = \frac{1000 \times CS}{\pi D} \text{ सरफेस मिटर.}$$

$$\underset{\text{(मिटर मध्ये)}}{\text{कटींग स्पिड}} = \frac{\pi.D.N}{1000} = \frac{\frac{22}{7} \times \text{व्यास} \times \text{स्पिंडलचे फेरे}}{1000}$$

---

## टॅपींग ड्रील साईज काढणें

मेट्रीक थ्रेड करीता,

नटाचा को. डाय = मेजर डाय − 1.08 पिच

सामान्य कामा करीता, को.डाय = मेजर डाय − पिच.

नटाचा कोअरडाय म्हणजेच टॅप ड्रील साईज होय.

मेट्रीक थ्रेडमध्यें स्क्रूचा को. डाय हा नटाच्या को डायपेक्षा लहान असतो

BSW THREADs करीता, थ्रेडची खोली = 0.64 पिच

∴ कोअर डाय = मेजर डाय − 1.28 पिच

$$\therefore \text{ कोअर डाय} = \text{मेजर डाय} - \frac{1.28}{\text{टी पी आय}}$$

**अॅम्पीयर (AMPERE) :-** ① हे विद्युत प्रवाह मोजण्याचे परिमाण असून चांदीच्या व्होल्टमीटर मध्ये ऋण ध्रुवावर 0.001,118 ग्रॅम प्रति सेकंद या दराने चांदीचा थर जमा करणाऱ्या विद्युत प्रवाहाला अॅम्पीयर असे म्हणतात.

② सिस्टीम इंटरनॅशनल (SI UNITS) प्रमाणे व्याख्या → An ampere means that constant current which, flowing in two parallel straight conductors of infinite length, of negligible circular cross section and placed at a distance of one metre from each other in vaccum produces a force of $2 \times 10^{-7}$ newtons per metre length between the conductors.

③ तारेच्या काटछेदातून एका सेकंदात (t = 1 sec) एक कूलोम (Q=1C) इतका प्रवाह वाहत असेल तर एक अॅम्पीयर विद्युतधारा आहे असे म्हणतात $\therefore 1\,amp = \frac{1C}{1S}$

विद्युत प्रवाह मोजण्याकरीता 'अॅमीटर' ह्या उपकरणाचा उपयोग करतात

$$I = \frac{E}{R}$$

where, I = Current (विद्युत प्रवाह)
E = Voltage (विद्युत दाब)
R = Resistance (विद्युत प्रतिरोध)

**कूलोम (coulomb) :-** हे विद्युत प्रभाराचे एकक आहे.
$6.3 \times 10^{18}$ इलेक्ट्रॉनांचा एकूण प्रभार 1C होतो.

**विद्युत प्रतिरोध (RESISTANCE) :-** म्हणजे पदार्थाची विद्युत प्रवाहास विरोध करण्याची प्रवृत्ती होय.

वाहकाचा विद्युत प्रतिरोध खालील गोष्टीवर अवलंबून असतो.
1) पदार्थ 2) वाहकाची लांबी 3) वाहकाचे त्याच्या लांबीस काटकोनात असलेले क्षेत्रफळ (cross sectional area) आणि 4) उष्णतामान.

ओहम (OHM) :— हे विद्युत प्रतिरोध मोजण्याचे परिमाण आहे. 0° श. उष्णतामानावर 14.452 ग्रॅम वस्तुमानाच्या 106.3 सेंमी लांबीच्या आणि स्थिर जाडी (UNIFORM CROSS SECTION) असलेल्या पाऱ्याच्या स्तंभाचा जो विद्युत प्रतिरोध असतो त्यांस आंतरराष्ट्रीय ओहम (INTERNATIONAL OHM) म्हणतात.

प्रतिरोधकांची एकसर सांधणी (SERIES CONNECTION)

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \text{------}$$

प्रतिरोधकांची समांतर सांधणी (PARALLEL CONNECTION)

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \text{------}$$

व्होल्ट (VOLT) :— हे विद्युत दाब मोजण्याचे परिमाण आहे. वाहकाच्या दोन टोकांतील प्रतिरोध एक ओहम असून त्यामधून वाहणारा विद्युत प्रवाह एक ॲम्पीयर एवढा असेल तर त्या दोन टोकांत असणारा विद्युत दाब एक व्होल्ट एवढा असतो. विद्युत दाब व्होल्टमिटरने मोजतात.

## ओहमचा नियम (OHM'S LAW)

स्थिर तापमानावर वाहकामधून वाहणारा विद्युत प्रवाह (I) हा त्याच्या दोन टोकात असणाऱ्या विद्युत दाबाच्या (E) प्रमाणांत असतो.

$$I \propto E \quad \therefore \quad \frac{E}{I} = R \text{ (स्थिरांक)}$$

R ला विद्युत प्रतिरोध म्हणतात.

विद्युत शक्ती (POWER) → W

$W = E \times I$ ज्याअर्थी $I = \frac{E}{R}$

$W = E^2/R$ I → विद्युत प्रवाह

$W = I^2/R$ E → " दाब

---

$H = \frac{\text{Watt, Second}}{4.18}$ Calorie H → निर्माण झालेली उष्णता.

# BRINELL HARDNESS TEST

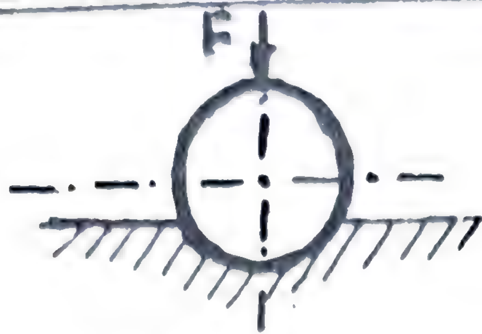



Fig. PROCESS.

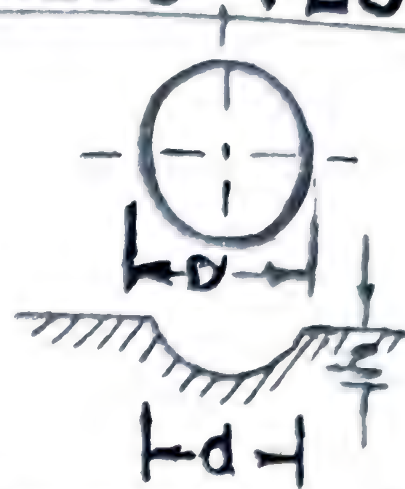



Fig. Measurement of Indentation.

| Symbols | Designation. |
|---|---|
| D | Diameter, in mm, of the ball |
| F | Test force, in newtons |
| d | Mean diameter, in mm, of the indentation |
| h | Depth in mm, of the indentation. $= \frac{D - \sqrt{D^2 - d^2}}{2}$ |

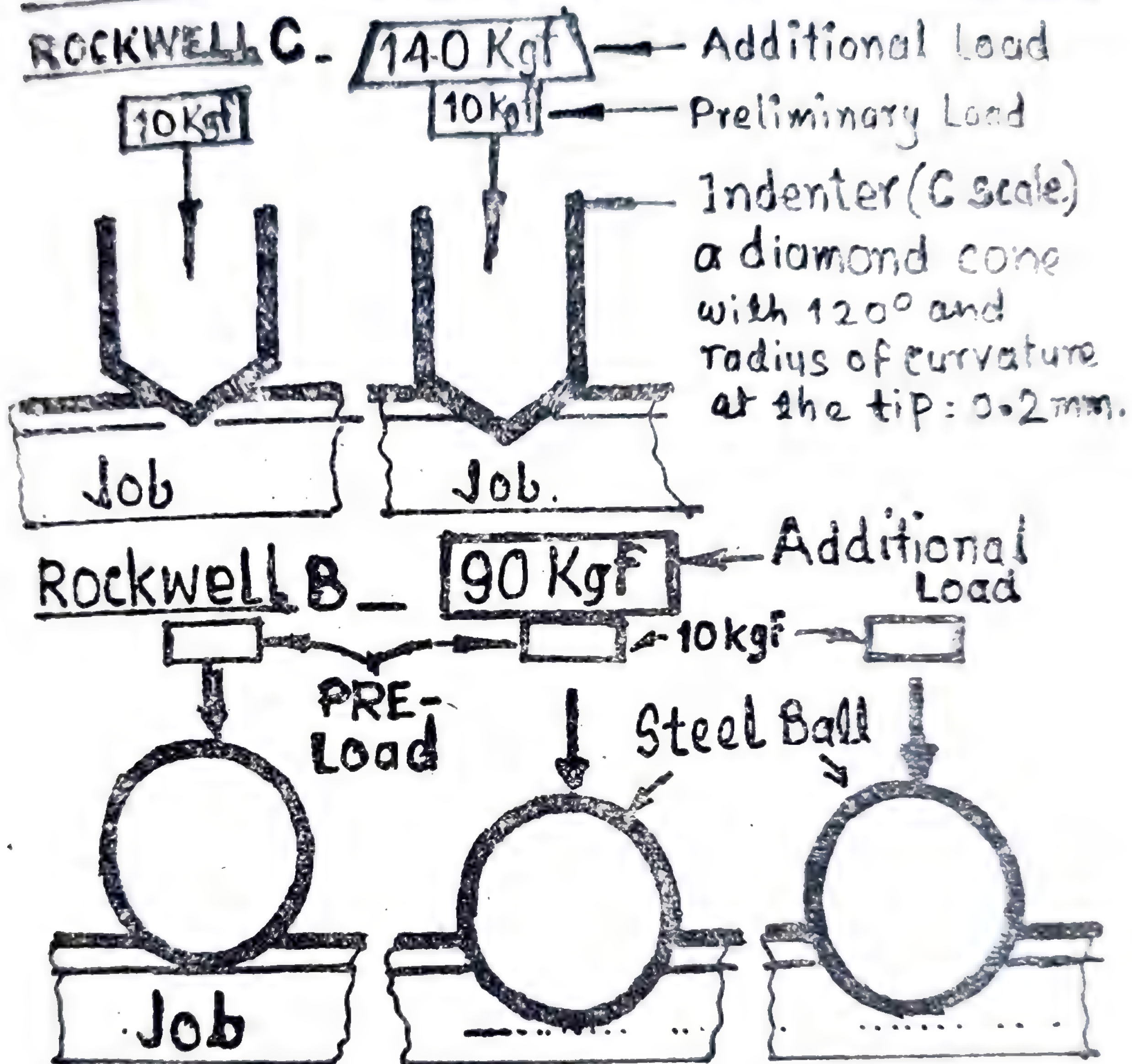
Brinell hardness number = Constant × $\frac{\text{Test force}}{\text{Surface area of indentation.}}$

HBS OR HBW

$$= 0{\cdot}102 \times \frac{F}{\frac{\pi}{2} D\left(D - \sqrt{D^2 - d^2}\right)}$$

$$= 0{\cdot}102 \times \frac{2F}{\pi D\left(D - \sqrt{D^2 - d^2}\right)}$$

# ROCKWELL HARDNESS TEST



# APPROXIMATE EQUIVALENT VALUES
## of different Hardness Number systems

| BRINNEL HARDNESS HBS & HBW | ROCKWELL HARDNESS HRC | HRB | VICKERS HARDNESS HV |
|---|---|---|---|
| > 725 | 65 | | > 830 |
| > 700 | 64 | | > 800 |
| > 653 | 62 | | > 750 |
| > 650 | 60 | | > 700 |
| > 620 | 58 | | > 650 |
| > 580 | 56 | | > 620 |
| > 558 | 54 | | 580 |
| 530 | 52 | | 550 |
| 530 | 50 | | 513 |
| 470 | 48 | | 490 |
| 445 | 46 | | 460 |
| 425 | 44 | | 440 |
| 400 | 42 | | 410 |
| 380 | 40 | | 390 |
| 360 | 38 | | 370 |
| 341 | 36 | | 344 |
| 321 | 34 | | 320 |
| 312 | 32 | | 311 |
| 293 | 30 | | 291 |
| 277 | 28 | | 278 |
| 262 | 26 | | 261 |
| 248 | 24 | | 250 |
| 240 | 22 | | 240 |
| 230 | 20 | | 230 |
| 230 | | 100 | 230 |
| 220 | | 98 | 220 |
| 210 | | 96 | 210 |
| 200 | | 94 | 200 |
| 190 | | 92 | 190 |
| 180 | | 90 | 180 |
| 160 | | 86 | 160 |
| 140 | | 80 | 140 |
| 130 | | 76 | 130 |

# SURFACE ROUGHNESS

| ROUGHNESS SYMBOL | ▼▼▼▼ | | | ▼▼▼ | | | ▼▼ | | | ▼ | | ~ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ROUGHNESS GRADE NUMBER | N1 | N2 | N3 | N4 | N5 | N6 | N7 | N8 | N9 | N10 | N11 | N12 | |
| ROUGHNESS VALUE Ra in μmm | 0·012 0·025 | 0·04 0·05 0·063 | 0·1 | 0·16 0·2 0·25 | 0·32 0·4 | 0·8 | 1·6 | 3·2 | 5·0 6·3 | 12·5 | 20·0 25 | 50 | 100 |

MANUFACTURING PROCESSES BY WHICH THE GIVEN GRADES MAY BE OBTAINED (RANGE SHOWN BY ARROWS)

LAPPING
POLISHING
SUPER FINISHING
HONING
BURNISHING
SURFACE GRINDING & CYLINDRICAL GRINDING
REAMING, BROACHING AND HOBBING
FILING
BORING
DIE CASTING
TURNING & MILLING
DRILLING
DISC GRINDING, SHAPING & FORGING
PLANING
SAND CASTING
HAND GRINDING
CHIPPING, SAWING & FLAME CUTTING

Examples – used in job drawings.

(1) 6·3 or N9 — Job

A surface with a maximum Ra value of 3·2 μm i.e N9

These Symbols are used for Surface roughness may be obtained by any process.

(2) 3·2 / 0·8 or N8 / N6 — Job

Surface roughness Ra value maximum 3·2 μm = N8, minimum 1·6 μm = N6

These symbols are used where material removing by machining is obligatory.

(3) 3·2 / 0·8 or N8 / N6 — Job

Ra value max. 3·2 μm = N8, min 1·6 μm = N6

---Material removing by machining is prohibited.

# इतर माहिती

mm करीता

Imp Tap dimeter x 0.84 mm

= Drill Dimeter.

फक्त २० mm डायमीटर टॅपसाठी

---

ड्रील साईझ → टॅप = Tap dimeter x 2 pitch

T - 2dxp

Imp

d = dimeter of thread

P = pitch

---

Imp FOR INCHES

Tap dimeter x $\frac{7}{8}$ - $\frac{1}{32}$ = drill dimeter

---

# ह्या स्मरणिकेचे उद्देश

- प्रवासात, बागेत, उठता-बसता कोठेही फावल्यावेळी अभ्यासाकरिता उपयुक्त
  आपल्या स्मरणिकेत नोंद करण्याच्या संवयीसाठी.
- व्याख्या व प्रमुख मुद्यांच्या केवळ स्मरणीकेकरिता

---

## -आमची प्रकाशने-

| | |
|---|---|
| १. इंटरचेंजॅबिलीटी अर्थात लिमीट सिस्टीम. | किं. रु. ६-०० |
| २. प्रारंभिक लॉगॅरिथम व त्रिकोणमिती | किं. रु. ६-०० |
| ३. कारागिरांची स्मरणिका | किं. रु. ३-०० |
| ४. धातुशास्त्र अभ्यास | किं. रु. २०-०० |

---

- पुस्तके मागवितांना आपला पूर्ण पत्ता द्यावा.
- रुपये ४० पेक्षा जास्त किमतीची पुस्तके मागविल्यास टपाल खर्च माफ.
- जास्त प्रतीस विशेष सवलत व प्राधान्य

---

वर्तमान कौशल्य प्रकाशन, सांगवी (हवेली), पुणे २७.